

3次元フォトニック結晶は発光素子と組み合わせることで素子の発光効率を向上できる。しかしこれまでは作製工程が複雑であった。2009年9月、京都大学・野田進教授の研究グループは、高精度で従来よりスループットの高い3次元フォトニック結晶の作製技術を発表した。この方法では、気相エッチングを2回行うだけでフォトニック結晶を作製できる。作製したフォトニック結晶の光学的な特性はほぼ理論どおりの値であった。

トピックス 3 効率的な3次元フォトニック結晶作製技術の開発

京都大学・野田進教授の研究グループは、高精度で従来よりスループットの高い3次元フォトニック結晶を作製する技術を開発したと2009年9月に発表した¹⁾。

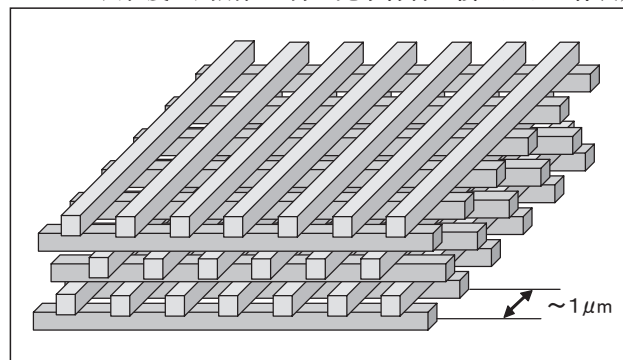
3次元フォトニック結晶は光の空間的な伝播を制御することができ、発光素子と組み合わせることで発光効率を向上させるなど、光デバイスに種々の機能を持たせることができる。3次元フォトニック結晶は、図表1に示すようにSiなどの光学材料に光の波長($\sim 1\mu\text{m}$)と同程度の周期構造を空間的に持たせたものである。

これまでは、2次元的な周期構造を作り込んだシートを、ナノメートルレベルでの位置合わせを行いながら積層して、熱処理などにより貼り合わせる、という工程を必要な回数繰り返して作製していた。これに対し、今回発表された方法は、試料の表面に対して斜め方向に小孔を掘り進める反応性イオンエッチングを利用して、表面に対して45度のエッチングを、方向を変えて2回行うことで図表1と同等な構造を作製できた(図表2)。この方法では、2つの方向のエッチングを行うだけであるため、従来に比べて非常に生産性が高い。

通常、反応性イオンエッチングでは、表面に対して垂直の方向にしかエッチングを行うことはできない。これはエッチングされる試料付近での電場が試料表面に対して垂直方向に変化するためである。野田教授のグループはエッチング表面の電場のシミュレーションなどで検討を進めた結果、試料の近くに傾いた壁を持つプレートと配置すると、エッチングイオンがサンプルに当たる方向を制御できることを見出し、試料表面に対して斜め方向へのエッチングが可能になった。得られた

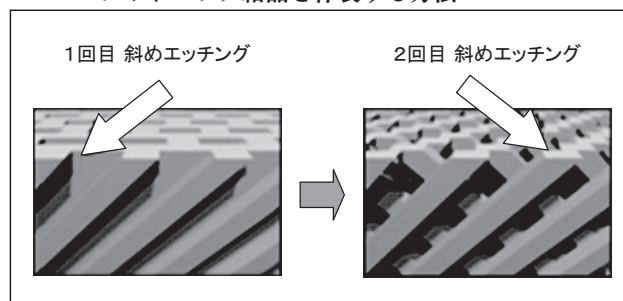
フォトニック結晶について反射／透過スペクトルの入射方向依存性を測定したところ、ほぼ理論どおりの値が得られた。また、この試料を用いて隣接する層からの発光を大きな強度比で抑制あるいは強調できることを確認した。

図表1 従来の3次元フォトニック結晶の模式図(光の波長程度の周期性を持つ光学材料を積み重ねて作製)



科学技術動向研究センターにて作成

図表2 今回発表された2回のエッチングにより3次元フォトニック結晶を作製する方法



出典：参考文献²⁾

参考

- 1) S. Takahashi et al., "Direct creation of three-dimensional photonic crystals by a top-down approach" Nature Materials, Vol. 8, 721, (2009)
- 2) 京都大学プレスリリース：http://www.kyoto-u.ac.jp/ja/news_data/h/h1/news6/2009/090810_1.htm